

С. В. ГОЛУБ (Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького),  
О. М. ШОР (Черкаська обласна державна адміністрація)

## ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОРІВНЕВОГО МОДЕЛЮВАННЯ В СИСТЕМАХ РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

Досліджені особливості застосування багаторівневих технологій інформаційного моделювання в системах регіонального управління економікою. Описано використання евристичної системи спостереження з метою моніторингу соціально-економічних об'єктів. Експериментально підтверджено ефективність застосування запропонованих технологій. Зменшується кількість контрольованих параметрів, підвищується адекватність моделей, зменшується вплив суб'єктивних факторів на результати економічного прогнозування.

Исследованы особенности применения многоуровневых технологий информационного моделирования в системах регионального управления экономикой. Описано использование эвристической системы наблюдения с целью мониторинга социально-экономических объектов. Экспериментально подтверждена эффективность применения предложенных технологий. Уменьшается количество контролируемых параметров, повышается адекватность моделей, уменьшается влияние субъективных факторов на результаты экономического прогнозирования.

Features of application of multilevel technologies of information modeling in systems of regional management are investigated by economy. Use of heuristic system of supervision is described with the purpose of monitoring social and economic objects. Efficiency of application of the offered technologies is experimentally confirmed. The quantity of controllable parameters decreases, adequacy of models raises, influence of subjective factors on results of economic forecasting decreases.

В умовах динамічних змін станів неоднорідної економіки коло дій та об'єктів аналізу керівників державних служб управління різних рівнів стає настільки широким, що швидко досягається межа технічних можливостей ефективного прийняття рішень. Нерідко, досліджуючи поведінку ринку, на якому функціонують кілька десятків а то і сотень підприємств, керівники допускають помилки ще на самих перших етапах прийняття управлінських рішень, не маючи можливість враховувати спільний вплив значної кількості зовнішніх та внутрішніх факторів. Але навіть якщо спеціалісти і відслідковують всі ці тенденції, вони, як правило, звертають увагу лише на традиційні показники, не підозрюючи про нові можливості, які виникли і виникають щоденно.

Однією із основних функцій регіонального управління є прогнозування соціально-економічних показників. Традиційними для аналізу факторів ринку та економічного прогнозування, які використовуються в практиці управлінської економіки закладах державного управління різних рівнів є експертні методи. Рідше використовуються статистичні методи моделювання. Приклади застосування інших методів моделювання знайти не вдалось.

Основним інструментом є інтуїція і досвід спеціалістів. В умовах політичної нестабільності, коли маємо значний рівень ротації кадрів,

якісне та кількісне прогнозування стає значною проблемою, від вирішення якої в значній мірі залежить якість управління економікою регіону. Втрата будь-кого із профільних фахівців приводить до значного погіршення якості прогнозування. Тому набуває значної актуальності зниження залежності процесу прогнозування від суб'єктивних факторів, зниження вимог до кваліфікованості співробітників, які проймають участь в процесі прогнозування.

Аналізуючи тенденції розвитку економічних і соціальних систем, академік В. М. Глушков ввів поняття інформаційного бар'єру, який характеризує зростання ролі інформації в процесах управління. Другий інформаційний бар'єр за Глушковим досягається в той час, коли існуюча система управління не здатна обробити та ефективно використати результати моніторингу соціально-економічних об'єктів. На наш погляд саме досягнення другого інформаційного бар'єру характерне для системи державного управління в Україні на даний час. Характерним є неможливість врахування значної кількості даних — результатів моніторингу та зростання ролі експертних методів прийняття рішення.

На даний час управліннями економіки державних адміністрацій контролюється понад 2 000 параметрів. Для цього затверджені переліки показників статистичної звітності, для

отримання яких використовується значні обсяги фінансових, людських, часових та інших видів ресурсів. При цьому результатом цього виду моніторингу є інформація, яка представляється у вигляді двовимірних залежностей контрольованих показників від часу. За таких умов виявити комплексний вплив кількох параметрів на основні показники розвитку економіки регіону та виявити нові впливові фактори та їхню важливість досить складно. І основною причиною цього стану є відсутність необхідного інструментарію. Тому особливо актуальним на даний час є підвищення ефективності обробки даних моніторингу соціально-економічних об'єктів за рахунок застосування інформаційних технологій та систем на етапі збору, транспортування, зберігання та аналізу результатів моніторингу.

Значне підвищення ефективності обробки результатів моніторингу є застосування технологій інформаційного моделювання як інструменту дослідження складних систем.

Базові алгоритми індуктивного моделювання отримуються на основі методу групового врахування аргументів (МГУА) [1]. Оскільки обробка даних не збільшує кількості інформації первинного опису [2], постає завдання підвищення «потужності» технології моделювання для більш повного відображення в моделі наявної інформації, яка міститься в масиві експериментальних даних. Для цієї мети використовуються багаторівневі технології інформаційного моделювання.

Багаторівневі моделі будуються шляхом поєднання кількох моделей одного об'єкта, отриманих за різними методами моделювання. [3].

Метою цієї роботи є дослідження можливостей сучасних технологій інформаційного моделювання, зокрема багаторівневих індуктивних алгоритмів, при їх застосуванні в системах регіонального управління.

Застосування подібних технологій забезпечення інформацією процесу прийняття управлінських рішень вимагає розробки нових принципів моніторингу та інформаційних систем його забезпечення. З цією метою розроблена концепція побудови технологій моніторингу на основі евристичних систем спостереження [4].

Евристична система спостереження (ЕСС) інформаційна система моніторингу об'єктів оточуючого середовища, в якій висновки про стан цих об'єктів робляться на основі евристик інформаційних моделей. Об'єктами моніторингу є екологічні, економічні, медичні, соціальні та інші системи, які оточують особу прийняття рішення та впливають на процес формування управлінських рішень. Поєднання можливостей інформаційних моделюючих систем із знаннями експертів відповідних галузей економіки дозволяє отримувати адекватні прогнозуючі моделі економічних об'єктів за даних умов, з'являється можливість виявлення надлишковості в переліку показників статистичної звітності, зменшується трудомісткість процесу статистичного обліку. Можливість виявлення ваги кожного фактора, який був використаний як параметр моделювання, дозволяє прорахувати економічні наслідки спланованих заходів.

ЕСС програмно реалізована на кафедрі математичного та програмного забезпечення автоматизованих систем Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Структура ЕСС подана на рисунку.

Від традиційних експертних систем ЕСС відрізняється способом збереження інформації, яку містить база знань. Інформація зберігається у вигляді інформаційних моделей, які використовуються для конструювання моделей наступного рівня. Підсистема генерації інформаційних моделей реалізує центральну процедуру процесу моніторингу — створення моделі. Для забезпечення умов отримання адекватних моделей налаштовуються всі підсистеми ЕСС.

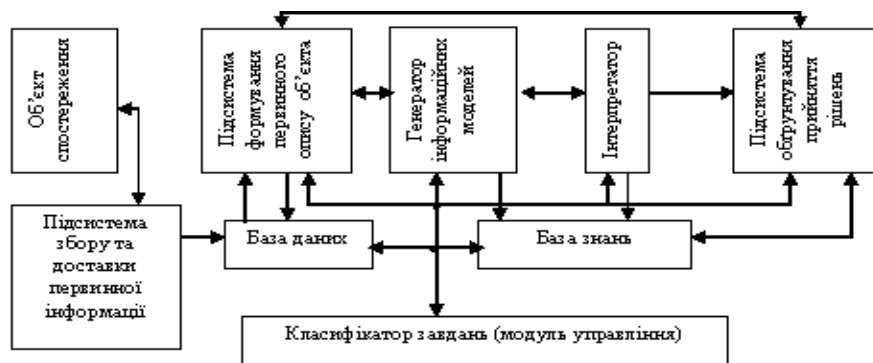


Рис. Структура евристичної системи спостережень

**Підсистему збору та транспортування первинної інформації** реалізовано з використанням результатів діяльності існуючих засобів отримання характеристик економічних об'єктів. Для доставки інформації використовується мережа Internet. Спроековано сайт, який містить базу даних (БД) та систему управління базою даних (СУБД) з інтерфейсом у вигляді багаторівневого меню. СУБД забезпечує оперативне введення інформації та санкціонований доступ до БД за паролями та спеціальними іменами (логінами).

База даних ЕСС формується кожним районним управлінням економіки райдержадміністрації і містить чисельні характеристики об'єктів моніторингу показники статистичної звітності.

**Первинний опис об'єкта** спостереження формувався у вигляді двовимірної таблиці, стовпчиками якої є назви параметрів моделювання, рядками – спостереження. Формувався первинний опис у відповідності із метою моделювання – визначення залежності цільових показників розвитку регіону від інших показників статистичної звітності..

Для генерації моделі використовується багаторядний та комбінаторний алгоритми МГУА [1], алгоритм Степаненка [5], генетичні алгоритми та інструментарій нейромереж. Технологія моделювання конструюється шляхом поєднання процедур базових алгоритмів у відповідності з певними принципами, які забезпечують підвищення «потужності» базових моделей в умовах неповної інформації первинного опису об'єкта моніторингу. Отримується кілька моделей, які містять несуміщену інформацію про об'єкт.

**Інтерпретатор** містить засоби визначення характеристик отриманих моделей та важливості параметрів моделювання. Важливість параметрів моделювання визначається за їх ваговими коефіцієнтами. Вагові коефіцієнти (оцінка значимості) параметрів визначались за формулою:

$$k = \frac{\Delta_i}{\sum \Delta_i} \cdot 100, \quad (1)$$

де  $\Delta_i$  – похідна моделі за  $i$ -им параметром.

За похибкою моделі визначалась вичерпність врахованої в моделі інформації.

Таблиця 1

**Характеристики моделей першого рівня**

Модель	Параметри моделювання із значимими ваговими коефіцієнтами	Ваговий коефіцієнт	СКВ	Коефіцієнт кореляції
1	Виробництво непродовольчих товарів за видами (Синтетичні смоли і пластмаси, тис. т)	22,3%	5,58	0,97
	Виробництво непродовольчих товарів за видами (Дерево-стружкові плити, тис. куб. м)	43,5%		
	Виробництво найважливіших видів продукції легкої промисловості (Пальта, півпальта, тис. шт.)	21,3%		
2	Виробництво непродовольчих товарів за видами (Електродвигуни малої потужності для комплектування електро побутових приладів, тис. шт.)	39,91%	5,33	0,98
	Виробництво найважливіших видів продукції легкої промисловості (Трикотажні вироби, тис.шт.)	34,91%		
	Виробництво найважливіших видів продукції легкої промисловості (Блузи, тис. шт.)	11,14%		
	Виробництво найважливіших видів продукції легкої промисловості (Сорочки верхні, тис. шт.)	9,64%		

**Підсистема обґрунтування прийняття рішень** містить засоби формування керуючих впливів та. прорахунку наслідків застосування стратегій управління об'єктами оточуючого середовища та основі отриманих інформаційних моделей.

Для експериментального підтвердження ефективності застосування ЕСС в системах регіонального управління був проведений модельний експеримент. На основі показників

статистичної звітності Головного управління економіки Черкаської облдержадміністрації [6] отримувалась модель залежності потужності електростанцій і виробництва електроенергії від показників економічного розвитку Черкаського регіону. Первинний опис містив 35 показників статистичної звітності, відібраних експертами головного управління економіки Черкаської облдержадміністрації як інформативні, за період 1995 ... 2004 року. Ге-

нерація багаторівневої моделі проводилась за технологією, описаною в [3].

На першому рівні моделювання були отримані моделі, характеристики яких подані в таблиці. Середнє квадратичне відхилення розраховувалося за формулою:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - Y^*)^2}{n}}, \quad (2)$$

де  $Y$  – дійсне значення модельованого параметра;  $Y^*$  – розраховане значення модельованого параметра. Як видно із таблиці із 35 параметрів значимими виявились для кожної моделі по три – чотири параметра. При цьому перелік параметрів не перекривається. Інші показники із переліку статистичної звітності можна виключити. Результат підтверджує принцип багатомодельності, відповідно якого один і той же об'єкт може бути описаний за кількома моделями однакової адекватності. При генерації моделі другого рівня отримуємо СКВ результатів моделювання  $S_y = 4,01$ , коефіцієнт кореляції  $K_r = 0,98$ .

Таким чином застосування технології багаторівневого моделювання дозволяє зменшити СКВ результатів на 28 % без погіршення значення коефіцієнта кореляції. При цьому кількість контрольованих показників зменшується на 83 %. Такі результати доводять ефективність застосування технологій багаторівневого інформаційного моделювання в системах регіонального управління та організації моніторингу стану соціально-економічних об'єктів за прин-

ципами ЕСС. Подальші дослідження необхідно провести для виявлення особливостей розрахунку наслідків застосування керуючих впливів на основі застосування багаторівневих моделей.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ивахненко А. Г. Степашко В. С. Помехоустойчивость моделирования. – К.: Наук. Думка, 1985. – 216 с.
2. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 367 с.
3. Голуб С. В. Застосування алгоритмів багаторівневого моделювання при проектуванні моніторингових систем // Вісник Хмельницького національного університету. 200. – № 5. – Ч. 1. – Т.2. – С. 31–35.
4. Голуб С.В. Моделирование мониторинговых процессов эвристической системой наблюдений. Электронное моделирование. К.: Т. 26. – № 5. – С. 55–65.
5. Голуб С. В. Моделивання об'єктів моніторингу докільця за алгоритмом Степаненка. Електроніка та системи управління. К.: Видавництво НАУ. № 4(10), – 2006. – С. 165–168.
6. Гаман П. І., Горобець В. В., Голуб С. В., Зозуля І. Ф., Роздобудьмо В. А., Пуха В. М., Кучер Л. М., Ільченко М. П., Токарев Б. Є., Костенко А. О., Оксамитний Б. Я., Шор О. М. Стратегія розвитку Черкаської області до 2015 року. Черкаси: Вид-во Черкаської обласної державної адміністрації. 2006, 73 с.

Надійшла до редколегії 15.05.07.